

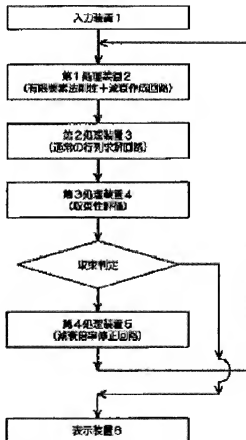
DATA PROCESSOR AND PROCESSING METHOD

Publication number: JP10260999
Publication date: 1998-09-29
Inventor: ONISHI TAKASHI; KIKUCHI AIKO
Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD
Classification:
- International: G06F17/50; G06F17/50; (IPC1-7): G06F17/50
- European:
Application number: JP19970068622 19970321
Priority number(s): JP19970068622 19970321

Report a data error here

Abstract of JP10260999

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the data processor which is usable for static nonlinear problems of general structure and fluid. **SOLUTION:** This processor is equipped with a data input device 1 which inputs a shape, dynamic physical property values, load data, and boundary conditions a 1st processor 2 which calculates a rigidity matrix of structure from the above input data, generates a dummy attenuation matrix meaning a dummy viscosity term, and adds them into the whole rigidity matrix, a 2nd processor 3 which finds the response of the structure to a load from the whole rigidity matrix obtained by the above processor and load data, a 3rd processor 4 which observe the calculation process of repeatedly obtained response and decides the speed of the convergence of the solution, whether or not the solution oscillates, or the state of symptoms of divergence, and a 4th processor 5 which corrects the size of the dummy attenuation matrix according to the said decision result; and the calculation process of the response of the solution is fed back to carry out the calculation while adjusting the rigidity.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Family list

1 family member for: **JP10260999**

Derived from 1 application

[Back to JP10260999](#)

1 DATA PROCESSOR AND PROCESSING METHOD

Inventor: ONISHI TAKASHI; KIKUCHI AIKO

Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

EC:

IPC: **G06F17/50**; **G06F17/50**; (IPC1-7):
G06F17/50

Publication info: **JP10260999 A** - 1998-09-29

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(51) Int.Cl.⁴
G 0 6 F 17/50

識別記号

F I
G 0 6 F 15/60

6 1 2 H

審査請求 未請求 請求項の数2 ○L (全 6 頁)

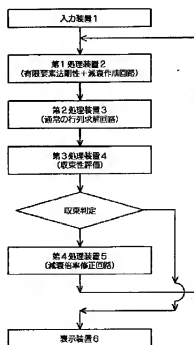
(21) 出願番号 特願平9-68622
(22) 出願日 平成9年(1997) 3月21日(71) 出願人 000008208
三菱重工株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
(72) 発明者 大西 嶺
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1
三菱重工株式会社横浜研究所内
(72) 発明者 菊池 愛子
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1
三菱重工株式会社横浜研究所内
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外3名)

(54) 【発明の名称】 データ処理装置および処理方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、一般の構造および流体の静的非線形問題に利用することができるデータ処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】構造に関する形状、力学的物性値、荷重データ、境界条件を入力するデータ入力装置1と、前記入カデータから構造の剛性行列を計算し、かつ疑似的な粘性項を意味する疑似減衰行列を生成し、これらを加算して全体の剛性行列とする機能を有する第1処理装置2と、上記装置で得られた全体剛性行列と荷重データから、荷重に対する構造の応答を求める第2処理装置3と、繰り返し得られる応答の計算経過を観察して、解の収束の速さ、あるいは解の振動の有無、もしくは発散の微候の状態を判定する第3処理装置4と、前記判定結果から、疑似減衰行列の大きさを修正する第4処理装置5を具備し、解の応答の計算経過をフィードバックして、剛性を調整しながら計算を実行することの特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】非線形構造解析装置において、(A) 構造に関する形状、力学的物性値、荷重データ、境界条件を入力するデータ入力装置 (1) と、(B) 前記入力データから構造の剛性行列を計算し、かつ疑似的な粘性項を意味する疑似減衰行列を生成し、これらを加算して全体の剛性行列とする機能を有する第 1 処理装置 (2) と、

(C) 上記装置で得られた全体剛性行列と荷重データから、荷重に対する構造の応答を求める第 2 処理装置

(3) と、(D) 繰り返し得られる応答の計算経過を観察して、解の収束の速さ、あるいは解の振動の有無、もしくは発散の微候の状態を判定する第 3 処理装置 (4) と、(E) 前記判定結果から、疑似減衰行列の大きさを修正する第 4 処理装置 (5) を具備し、(F) 解の応答の計算経過をフィードバックして、剛性を調整しながら計算を実行することを特徴とするデータ処理装置。

【請求項 2】非線形構造解析方法において、(A) 入力装置 (1) に、構造に関する形状・物性値・荷重データを入力し、(B) 第 1 処理装置 (2) により、前記入力データと、構造モデルデータに基づき、通常の有限要素法を用いて構造の剛性行列を作成した後、この剛性行列に疑似的な減衰行列を加算して修正し、(C) 第 2 処理装置 (3) で変位を求め、(D) 前記第 2 処理装置

(3) で求めた変位を第 3 処理装置 (4) に入力して収束性を判断し、(E) 未収束であれば、第 4 処理装置

(5) で減衰行列の修正倍率を決定し、(F) その修正倍率を第 1 処理装置 (2) にフィードバックして、減衰行列を調整しながら第 1 処理装置 (2) と、第 2 処理装置 (3) の計算を繰り返し、(G) その繰り返しの結果、変位が収束したときに、その計算結果を表示装置 (6) に表示させることを特徴とするデータ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非線形の有限要素*

$$K = [K(x, y, E, t, u_{i-1})] \quad (1)$$

(ハ) 処理装置 (通常の有限要素法回路) 13

処理装置 13 は、以下の手順に示すように、力のバランスク式の剛性と残差荷重ベクトルを作成して、変位増分を*

$$\{f_i\} = K(x, y, E, t, u_{i-1}) u_{i-1} \quad (2)$$

$$[K(x, y, E, t, u_{i-1})] \{ \Delta u_i \} = \{ P - f_i \} \quad (3)$$

$$\{u_i\} = \{u_{i-1}\} + \{ \Delta u_i \} \quad (4)$$

ただし、

$[K(x, y, E, t, u_{i-1})]$: 有限要素法剛性行列

前回の変位応答に依存する。

【0009】 $\{P - f_i\}$: 残差荷重ベクトル

$\{ \Delta u_i \}$: 変位増分ベクトル

$\{f_i\}$: 内力ベクトル

i : 繰り返し回数

(二) 装置の実行手順

* 法で、静的問題における構造や、流体の応答を求めるデータ処理装置および処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

(用語の説明) 「有限要素法」とは、全体を多くの小領域 (要素) に分け、その小領域ごとに変位等を比較的単純な関数で近似して、全体を表現する方法をいう。

【0003】「有限要素法剛性を作成する」とは、構造モデルデータから有限要素法を用いて、構造の剛性行列を作成することをいう。

(従来の技術) 図 3 に従来のデータ処理装置のブロック図を示す。

【0004】従来のデータ処理装置は、図 3 に示すごとく、構造の形状、物性値、荷重を処理するための入力装置 11 と、通常の有限要素法剛性を作成する回路を持つ処理装置 12 と、荷重、剛性より変位を求める処理装置 13 と、結果の表示装置 16 からなり、結果を判断しながら、変位が収束するまで処理装置 12 と、処理装置 13 を繰り返し実行するものである。

【0005】以下に、各構成装置の機能について説明する。ここでは 2 次元平面モデルを例にとり説明する。

(イ) 入力装置 11

入力装置 11 は、構造に関する形状、力学的物性値、荷重データ、境界条件を入力する。すなわち、次の入力データを入力し、これを処理装置 12 に出力する。

【0006】

節点の座標 : x, y

板厚 : t

荷重 : P

材料定数 : $E(u)$ ただし、 u は変位応答
(ロ) 処理装置 (通常の有限要素法剛性作成回路) 12
処理装置 12 は、前記入力データから、以下の剛性行列 K を作成し、処理装置 13 に出力する。

【0007】

$$K = [K(x, y, E, t, u_{i-1})] \quad (1)$$

* 求解し、処理装置 14 に出力する。

【0008】

非線形解析では、変位と荷重が線形でない関係の経過を小区分毎に分け、各区分ごとに線形関係で近似して、所定の荷重に対する累積変位に到達するまで計算を繰り返す。

【0010】従って入力装置 11 の処理を実行したあと、 $\{P - f_i\}$ のノルムが小さくなるまで、処理装置 12 および処理装置 13 の処理を繰り返し実行する。

(従来の静的構造解析の手順) 要素 e 内の変形 u_e 、歪み ϵ 、応力 σ を、次式で仮定する。

【0011】

$$\begin{aligned}\{u_e\} &= [N] \{u_n\} \\ \{e_e\} &= [B] \{u_n\} \\ \{o_e\} &= [D] [B] \{u_n\}\end{aligned}$$

(5)

ただし、
 $\{u_e\}$: 要素 e 内の変形
 $\{e_e\}$: 要素 e 内の歪み
 $\{o_e\}$: 要素 e 内の応力
 $\{u_n\}$: 要素節点の変形

* [N] : 補間関数の行列
 要素内の釣合いを重ね合わせて得られる全体の釣合式は、
 $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 \\ \text{数} & 1 \end{bmatrix}$

$$\Sigma [k_e] \{u_e\} - \Sigma \{f_e\}$$

$$[k] \{u\} = \int \int \int [B]^T [D] [B] dV$$

$$[k] \{u\} = [P]$$

$$[k] = \Sigma [k_e]$$

$$[P] = \Sigma \{f_e\} \quad (6)$$

ただし、

$$\begin{aligned}[k_e] &: \text{要素剛性行列} \\ \{u_e\} &: \text{要素節点の変形} \\ \{f_e\} &: \text{要素等価節点荷重ベクトル} \\ [B]^T &: \text{B の転置行列} \\ [B] &: \text{歪みと節点変位を結びつける行列} \\ [D] &: \text{応力-歪み行列} \\ \{u\} &: \text{全要素節点の変位ベクトル}\end{aligned}$$

【0013】非線形静的構造解析においては、線形計算 ※ で、以下の式 (7) を繰り返し解くことになる。
 を繰り返し、解変位の累積で非線形の変位解を求める※

$$[K_i] \{\Delta u_i\} = \{P - f_i\} \quad (7)$$

ただし、
 $\{\Delta u_i\}$: 変位増分ベクトル
 $\{P\}$: 設定荷重ベクトル
 $\{f_i\}$: 内力ベクトル
 $\{P - f_i\}$: 残差荷重ベクトル
 i : 繰り返し回数

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の処理装置 1 2、1 3 の繰り返し手続きには次のような問題がある。

(1) 力のバランス式が解に収束するには、剛性行列 K 40 の固有値が正である必要がある。

【0015】しかし非線形過程を表す繰り返しの間に、剛性の固有値が 0 または負となることがあり、そこからは計算ができなくなる。これは構造が座屈した時などに見受けられる。

(2) 実現象では、座屈した瞬間にはすばやく変形が飛び移るが、その後は変形速度が減衰し別の釣り合い状態に移行することができる。

【0016】しかし、計算では、飛び移り時のみならず、その後の繰り返し過程でも、解を得られる保証はな 50

く、解が逃走したり、間違った解に進んでいくことも多い。本発明は、この計算途中における不具合を回避して、最終的な正しい変形状態を求めることができる装置および方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

(第 1 の手段) 本発明に係るデータ処理装置は、非線形構造解析装置において、(A) 構造に関する形状、力学物性値、荷重データ、境界条件を入力するデータ入力装置 1 と、(B) 前記入カデータから構造の剛性行列を計算し、かつ疑似的な粘性項を意味する疑似減衰行列を生成し、これらを加算して全体の剛性行列とする機能を有する第 1 処理装置 2 と、(C) 上記装置で得られた全体剛性行列と荷重データから、荷重に対する構造の応答を求める第 2 処理装置 3 と、(D) 繰り返し得られる応答の計算経過を観察して、解の収束の速さ、あるいは解の振動の有無、もしくは発散の微候の状態を判定する第 3 処理装置 4 と、(E) 前記判定結果から、疑似減衰行列の大きさを修正する第 4 処理装置 5 を具備し、(F) 解の応答の計算経過をフィードバックして、剛性を調整しながら計算を実行することを特徴とする。

(第2の手段) 本発明に係るデータ処理方法は、非線形構造解析方法において、(A) 入力装置1に、構造に関する形状・物性値・荷重データを入力し、(B) 第1処理装置2により、前記入力データと、構造モデルデータに基づき、通常の有限要素法を用いて構造の剛性行列を作成した後、この剛性行列に疑似的な減衰行列を加算して修正し、(C) 第2処理装置3で変位を求め、(D) 第2処理装置3で求めた変位を第3処理装置4に入力して収束性を判断し、(E) 未収束であれば、第4処理装置5で減衰行列の修正倍率を決定し、(F) その修正倍率を第1処理装置2にフィードバックして、減衰行列を調整しながら第1処理装置2と、第2処理装置3の計算を繰り返し、(G) その繰り返しの結果、変位が収束したときに、その計算結果を表示装置に表示させることを特徴とする。

【0018】すなわち、本発明は、上記目的を達成するために、入力装置1に構造に関する形状・物性値・荷重データを入力し、この入力データから第1処理装置2で、通常の有限要素法剛性を作成するが、これに疑似的な減衰行列Cを加算して修正する。

【0019】第2処理装置3で変位を求め、この処理結果の変位を第3処理装置4に入力して収束性を判断し、未収束であれば第4処理装置5で減衰行列の修正倍率を決定する。

【0020】その結果を第1処理装置2にフィードバックして、減衰行列を調整しながら第1処理装置2と、第2処理装置3の計算を繰り返す。結果変位が収束すれば、その結果を表示装置6に表示させる。

【0021】

$$[K_1 + C] \{ \Delta u_1 \} = \{ P - f_1 \} \quad (8)$$

$$C = \beta_1 \beta_{1-1} \cdots \beta_0 \int \int \int d v \quad (9)$$

ただし、

C : 減衰行列

β_1 : 修正倍率

$\int \int \int d v$: 要素の体積または面積を対角に配置した行列

$\{ \Delta u_1 \}$: 変位増分ベクトル

$\{ P \}$: 設定荷重ベクトル

$\{ f_1 \}$: 内力ベクトル

$\{ P - f_1 \}$: 残差荷重ベクトル

i : 繰り返し回数

(第2処理装置3において行うファジイロジック) 減衰行列の修正倍率を決定するファジイロジックは、各計算

*【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態を図1～図2に示す。図1は、本発明によるデータ処理方法を実施するための装置のブロック図。

【0022】図2は、修正倍率の推理規則(ファジイ規則)の例を示す図である。減衰行列は、面積あるいは体積に比例する力が変形を妨げる方向に生じるように、それらに正の値をかけた値とする。

【0023】第1処理装置2で、疑似的な十分に大きい減衰行列を加算すれば、非正則な剛性行列の絶対値も必ず大きな正の値となる。これは、減衰行列が対角要素に並ぶが、対角要素が支配的な行列の固有値は対角要素に近いことから明らかである。

【0024】従って、力のバランス式により、真の解に向かう方向の変位増分が解かれることになる。しかし、剛性が割り増しされることから、減衰が大きすぎれば変位増分が縮小される。

【0025】そこで、第2処理装置3では、減衰が計算に適性な値を持つようにするため、計算変位の状況を観察し、変位の変動が激しい時は減衰を増加させ、変位が一定方向に進むがゆっくりの場合は反対に減衰を減少させるファジイロジックで減衰を制御させる。

【0026】これにより計算の安定化と、過大な減衰による計算速度の低下の防止を計ることができる。

(実施の形態における計算式) 本発明では、繰り返しの式(7)に、減衰効果を付加する。すなわち、

【0027】

【数2】

回の着目複数節点の変位解の変化から求める。

【0028】修正倍率の推理規則(ファジイ規則)の例

を図2に示す。図2において、「変位増分比が1周辺」とは、変位増分比が1の近くであること、すなわち、変位増分に変化が少ないことを意味し、「P」とは、Positive、「N」とは、Negative、「Z」とは、Zero、を意味する。

【0029】図2に示すように、修正倍率 β は、基本的には、解が振動すれば倍率を大きくし、解がほぼ一定方向、一定速度に進めば、倍率を小さくする。本発明は、一般の構造および流体の静的非線形問題に適用できる。例えば、大変形問題、材料非線形（超弾性、弾塑性）、接触問題（摩擦、がた）等の収束性改善に適用できる。

【0030】

【発明の効果】本発明は前述のように構成されているので、以下に記載するような効果奏する。

(1) 第1処理装置2で、適当に大きい減衰行列を加算することにより、固有値が0または負となった剛性行列の絶対値も、必ず大きな正の値となる。

【0031】これは減衰行列が対角要素に並ぶケースを考えれば、対角要素が支配的な行列の固有値は、対角要素に近いことから明らかである。従って、力のバランス式は収束性が保証され、真の解に向かう方向に変位増分が解かれる。

(2) しかし、剛性が割増しされることから、減衰が大きすぎれば変位増分が過少に計算される。

【0032】そこで、第2処理装置3により、減衰が計算に適正な値を持つようにするために計算変位の状況を観察し、

(3) 第4処理装置5により、変位の変動が激しい時は減衰を増加させるとともに、変位が一定方向に進むがゆっくりの場合は反対に減衰を減少させる。

(4) 本発明によれば、第1処理装置2（前処理）により計算の安定化を計り、第4処理装置5（後処理）により過大な減衰による計算速度の低下の防止を計ることが*

*できる。

(5) 本発明は、一般の構造および流体の静的非線形問題に利用することができる。例えば、大変形問題、材料非線形（超弾性、弾塑性）、接触問題（摩擦、がた）等の収束性改善に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るデータ処理装置のブロック図。

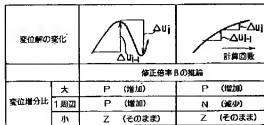
【図2】修正倍率の推理規則（ファジィ規則）の例を示す図。

【図3】従来のデータ処理装置のブロック図。

【符号の説明】

- 1 …データ入力装置
- 2 …第1処理装置（有限要素法剛性+減衰作成回路）
- 3 …第2処理装置（通常の行列求解回路）
- 4 …第3処理装置（収束性評価）
- 5 …第4処理装置（減衰倍率修正回路）
- 6 …表示装置
- 11 …データ入力装置
- 12 …処理装置（通常の有限要素法剛性作成回路）
- 13 …処理装置（行列求解回路）
- 16 …表示装置
- C …減衰行列
- K …有限要素法剛性行列
- P …荷重
- i …繰り返し回数
- u …変位応答
- β …修正倍率
- {P} …設定荷重ベクトル
- {f} …内力ベクトル
- {P-f} …残差荷重ベクトル
- { Δu_i } …変位増分ベクトル

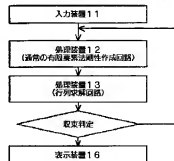
【図2】



ただし、変位増分比 = $(\Delta u_i / \Delta u_{i-1})$ の絶対値

変位増分比が1周辺とは、変位の増分に変化が少ないことを意味する。

【図3】



【図1】

